

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 18 日 (18.12.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/105544 A1

(51) 国際特許分類⁷: H05H 1/46, H01L 21/3065

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/06901

(22) 国際出願日: 2003 年 5 月 30 日 (30.05.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-165504 2002 年 6 月 6 日 (06.06.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)
[JP/JP]: 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石橋 清隆 (ISHIBASHI, Kiyotaka) [JP/JP]: 〒660-0891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP). 野沢 俊久 (NOZAWA, Toshihisa) [JP/JP]: 〒

660-0891 兵庫県 尼崎市 扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒530-0054 大阪府大阪市北区南森町 2 丁目 1 番 29 号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).

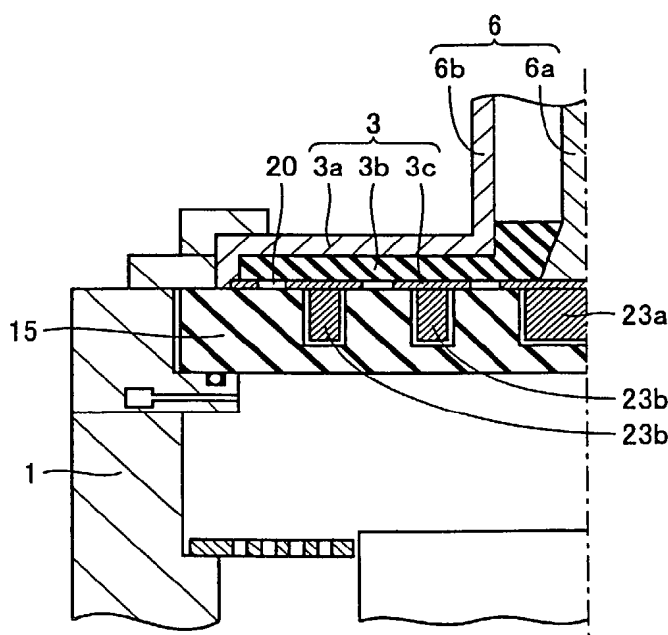
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



(57) Abstract: A plasma processing device comprises a chamber (1) for performing plasma processing in the inside of the chamber, a top plate (15) for closing the upper side of the chamber (1) and is formed from a dielectric, and an antenna section (3) as high frequency wave supplying means for supplying high frequency waves into the chamber (1) through the top plate (15). The top plate (15) is provided in its inside with reflection members (23a, 23b). Side walls of the reflection members (23a, 23b) act as wave reflection means for reflecting high frequency waves propagated in the top plate (15) in its radial direction. Alternatively, side walls of a concave portion in the top plate (15) can be used as the wave reflection means without using the reflection members.

(57) 要約: プラズマ処理装置は、プラズマ処理を内部で行なうためのチャンバ(1)と、このチャンバ(1)の上側を塞ぐ誘電体からなる天板(15)と、この天板(15)を介して高周波をチャンバ(1)内に供給する高周波供給手段としてのアンテナ部(3)とを備える。天板(15)は、その内部に反射部材(23a, 23b)を備える。反射部材(23a, 23b)の側壁は、天板(15)内を径方向に伝播する高周波を反射する

ための波反射手段として作用する。あるいは、反射部材がなく、天板(15)の凹部の側壁を波反射手段としてもよい。

WO 03/105544 A1



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

プラズマ処理装置

5 技術分野

本発明は、工作物を配置したチャンバ内にプラズマを生成し、工作物にプラズマ処理を行なうためのプラズマ処理装置に関する。

背景技術

- 10 図 2 1 を参照して、従来のプラズマ処理装置の構成について説明する。このプラズマ処理装置は、チャンバ 1 を備え、その開口した上側を覆うように、高周波供給手段としてのアンテナ部 3 を備える。アンテナ部 3 は、アルミニウム合金からなるアンテナカバー 3 a と、セラミックからなる遅波板 3 b と、銅合金からなるアンテナ板 3 c とを含む。アンテナ板 3 c には、複数の細長い貫通穴であるス
- 15 ロット穴 2 0 が設けられている。また、アンテナ部 3 とチャンバ 1 との間には、たとえば石英やセラミックなどの誘電体からなる天板 1 5 が配置されている。ここでいう「天板」は、「誘電窓」、「マイクロ波透過窓」などと呼ばれる場合もある。天板 1 5 は、天板押さえリング 1 6 でチャンバ 1 に対して固定されている。アンテナ部 3 は、アンテナ部押さえリング 1 7 で固定されている。
- 20 チャンバ 1 内にはサセプタ 7 が配置されており、プラズマ処理を行なう際には、サセプタ 7 の上面に処理すべき基板 1 1 を載置した後に、真空ポンプ 9 によってチャンバ 1 内を排気し、ガス導入口（図示省略）から反応ガスを導入する。高周波発生器 5 で高周波を発生させる。この高周波は、導波管 6 を通ってアンテナ部
- 25 3 に伝送され、遅波板 3 b を通じて、アンテナ電極 3 c の複数のスロット穴 2 0 によって一定範囲に分配され、チャンバ 1 側に向けて供給される。高周波は、天板 1 5 を経て、反応ガスをプラズマ化する。この結果、チャンバ 1 内にプラズマ 1 3 が発生し、基板 1 1 に対するプラズマ処理が行なわれる。なお、この例では、導波管 6 は、内側導体 6 a と外側導体 6 b とからなる同軸導波管であるが他の形式の導波管もありうる。

チャンバ 1 内に発生するプラズマ 1 3 が高密度になり、プラズマによるカット
オフ周波数が高周波の周波数を上回るほどに高密度となった状態においては、プ
ラズマ密度が高くなるほど、高周波をチャンバ 1 内に供給しようとする際の天板
1 5 とプラズマ 1 3 との間の界面での高周波の反射の割合が大きくなる。天板 1
5 がある程度以上薄い場合、界面で反射した高周波は、天板 1 5 から再び導波管
6 に沿って高周波発生器 5 の方へ戻っていき、アンテナ部 3 と高周波発生器 5 と
の間に通常配置される整合器（図示省略）によって、再びアンテナ部 3 の方へ反
射される。その結果、アンテナ部 3 から整合器に至る導波管 6 において、電磁界
が非常に強くなり、異常放電や電力ロスの原因となる。

一方、天板 1 5 がある程度以上厚い場合は、反射した高周波は導波管 6 に沿っ
て戻っていかずに天板 1 5 の外面で反射を繰り返し、天板 1 5 内に閉じ込められ、
定在波となる傾向にある。こうして定在波が発生した場合、図 2 2 に示すように
天板 1 5 内の強電界領域 1 8 は、天板 1 5 の半径方向に見て局所的に表れる。な
お、図 2 2 は、左半分のみを示している。図 2 2 における矢印は、高周波の伝播
の向きを示している。この場合、天板 1 5 の中央付近により強い電界を生じる。
その結果、チャンバ 1 内にもその影響が反映される。このときのチャンバ 1 内の
プラズマ密度分布を図 2 3 に示す。すなわち、プラズマ密度がチャンバ 1 内のう
ち中央近傍で高くなり、プラズマ密度の均一性が損なわれている。プラズマ密度
の均一性が損なわれれば、プラズマ処理の均一性も損なわれる。

また、スロット穴 2 0 からプラズマ 1 3 までの距離が小さいほど、すなわち、
天板 1 5 が薄いほど、スロット穴 2 0 で形成される電界がプラズマ 1 3 の表面近
傍に強い電界を生成するようになる。したがって、言い換えれば、プラズマへの
電力供給効率が高くなる。このこと自体は好ましいことであるが、天板 1 5 は誘
電体からなり、実際には石英やセラミックといった材質が用いられていることか
ら、機械的強度が問題となり、天板を薄くするにも限界がある。たとえば、 $\phi 300$ mm の半導体ウエハをプラズマ処理するためのプラズマ処理装置において天
板に石英を用いた場合、機械的強度確保の観点から天板の厚みは少なくとも 40
mm にせざるを得ず、このような厚みでは、容易に天板内部に定在波が立ってし
まう。天板内部に不所望な定在波が立つことにより、電力供給効率は低下し、チ

チャンバ内におけるプラズマ密度の均一性が損なわれ、プラズマ処理の均一性も損なわれる。

発明の開示

- 5 本発明では、異常放電や不所望な定在波を発生させることなく、プラズマ密度の均一性を高めることのできるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

10 上記目的を達成するため、本発明に基づくプラズマ処理装置の一つの局面では、プラズマ処理を内部で行なうためのチャンバと、上記チャンバの上側を塞ぐ誘電体からなる天板と、上記天板を介して高周波を上記チャンバ内に供給する高周波供給手段とを備え、上記天板は、上記天板の内部を伝播する高周波を反射するための波反射手段を内部に備える。この構成を採用することにより、天板内部での高周波の不所望な伝播を妨げることができ、天板内の電磁気的状態を好ましい状態にすることができる。

15 上記発明において好ましくは、上記波反射手段は、上記天板の径方向に伝播する高周波を反射するためのものである。この構成を採用することにより、径方向の高周波の伝播を妨げることができ、中心部と外縁部との間で生じる天板内の電界強度の偏在を是正することができる。

20 上記発明において好ましくは、上記波反射手段は、上記天板の略中央に配置されている。この構成を採用することにより、天板の中央に電界強度の高い部分が生じることを防止でき、チャンバ内のプラズマ密度分布をより均一にすることができる。

25 上記発明において好ましくは、上記波反射手段は上記天板を区分する。この構成を採用することにより、天板内部を伝播する高周波が区分された各領域間を行き来することが防止され、各領域ごとに電磁気的状態が定まるようになるので、天板内の各領域における蓄積エネルギーを制御しやすくなる。

 上記発明において好ましくは、上記天板と上記高周波供給手段との間にスロット穴を有するアンテナ板を備え、上記天板の上記波反射手段によって区分された各領域内に上記スロット穴が位置する。この構成を採用することにより、区分された各領域ごとにスロット穴を通じて個別に高周波を供給して電界強度を制御す

ることが可能となるので、天板内の各領域における蓄積エネルギーをより確実に制御することができるようになる。

上記発明において好ましくは、上記天板は表裏のうち少なくとも一方の表面から窪んだ凹部を有し、上記波反射手段は、上記凹部の側壁部である。この構成を
5 採用することにより、部品点数を増やすことなく、簡単な構造で波反射手段を実現することができる。

上記発明において好ましくは、上記凹部は、リング状である。この構成を採用することにより、波の径方向の伝播を効率的に防止することができる。

上記発明において好ましくは、上記凹部は、上記天板の上記高周波供給手段に
10 面する側の面にある。この構成を採用することにより、プラズマ発生面を従来と同じ高さに維持したまま、波反射手段を配置することができる。

上記発明において好ましくは、上記凹部は、上記天板の上記チャンバに面する側の面にある。この構成を採用することにより、凹部の内部にプラズマを招き入れることができるので、プラズマ発生面とアンテナ部との間の距離を縮めること
15 ができ、その結果、プラズマに対する電力供給効率を上げることができる。

上記発明において好ましくは、上記波反射手段は、上記凹部に入りこんだプラズマである。この構成を採用することにより、天板に特別な部材を設けることなく、プラズマ自体によって波反射手段を実現することができる。

上記発明において好ましくは、上記天板と異なる材料からなる反射部材が天板
20 の内部に配置され、上記反射部材の側壁が上記波反射手段である。この構成を採用することにより、反射部材によって確実に所定の位置で波を反射させることができる。

上記発明において好ましくは、上記天板のうち隣接する上記波反射手段同士に挟まれる部分の長さが上記高周波が上記天板の材質中を伝播するときの波長の1
25 /2倍以上である。この構成を採用することにより、波反射手段同士に挟まれた部分に強い定在波を生じさせることができるので、チャンバ内のプラズマ近傍に強い電界を生じることができる。したがって、プラズマに向けてより効率的に電力を供給することができる。

上記発明において好ましくは、上記凹部の部分における上記天板の厚みが上記

高周波が上記天板の材質中を伝播するときの波長の $1/2$ 倍以下である。この構成を採用することにより、凹部が存在することによって天板が薄くなっている部分において定在波が生じることを防止できる。したがって、凹部によって隔てられた隣接する領域同士の間での定在波の発生状況を別個独立に制御することが可能となる。

上記発明において好ましくは、上記凹部の部分における上記天板の厚みが上記高周波が上記天板の材質中を伝播するときの波長の $1/4$ 倍以下である。この構成を採用することにより、凹部が存在することによって天板が薄くなっている部分において定在波が生じることをより確実に防止できる。

上記目的を達成するため、本発明に基づくプラズマ処理装置の他の局面では、プラズマ処理を内部で行なうためのチャンバと、上記チャンバの上側を塞ぐ誘電体からなる天板と、上記天板を介して高周波を上記チャンバ内に供給する高周波供給手段と、上記天板と上記高周波供給手段との間にスロット穴を有するアンテナ板とを備え、上記天板は、厚い部分と薄い部分とを備え、上記スロット穴は上記薄い部分に対応する位置に配置されている。この構成を採用することにより、厚い部分によって天板の強度を保ったり、厚い部分が波反射手段として働いたりする一方で、薄い部分によって、スロット穴からプラズマ発生面までの距離を短くしてプラズマへの電力供給効率を上げたり、天板内での定在波発生を防止したりできるので、チャンバ内に所望のプラズマ分布を実現可能となる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に基づく実施の形態1におけるプラズマ処理装置の部分断面図である。

図2は、本発明に基づく実施の形態1におけるプラズマ処理装置の天板内部の電界強度分布を示す説明図である。

図3は、本発明に基づく実施の形態1, 2におけるプラズマ処理装置のチャンバ内のプラズマ密度分布を示すグラフである。

図4は、本発明に基づく実施の形態2における第1のプラズマ処理装置の部分断面図である。

図 5 は、本発明に基づく実施の形態 2 における第 1 のプラズマ処理装置の天板内部の電界強度分布を示す説明図である。

図 6 は、本発明に基づく実施の形態 2 における第 2 のプラズマ処理装置の部分断面図である。

5 図 7 は、本発明に基づく実施の形態 2 における第 3 のプラズマ処理装置の部分断面図である。

図 8 は、本発明に基づく実施の形態 2 における第 4 のプラズマ処理装置の部分断面図である。

10 図 9 は、本発明に基づく実施の形態 2 における第 5 のプラズマ処理装置の部分断面図である。

図 10 は、本発明に基づく実施の形態 2 における第 6 のプラズマ処理装置の部分断面図である。

図 11 は、本発明に基づく実施の形態 2 における反射部材の配置の仕方の第 1 の説明図である。

15 図 12 は、本発明に基づく実施の形態 2 における反射部材の配置の仕方の第 2 の説明図である。

図 13 は、本発明に基づく実施の形態 3 におけるプラズマ処理装置の部分断面図である。

20 図 14 は、本発明に基づく実施の形態 1 ～ 3 におけるプラズマ処理装置の各部分の長さを示す説明図である。

図 15 は、本発明に基づく実施の形態 4 におけるプラズマ処理装置の部分断面図である。

図 16 は、本発明に基づく実施の形態 5 におけるプラズマ処理装置の部分断面図である。

25 図 17 は、本発明に基づく実施の形態 5 におけるプラズマ処理装置の部分断面図である。

図 18 は、本発明に基づく実施の形態 5 におけるプラズマ処理装置の第 1 の変形例の部分断面図である。

図 19 は、本発明に基づく実施の形態 5 におけるプラズマ処理装置の第 2 の変

形例の部分断面図である。

図 2 0 は、本発明の適用による、天板受け部と天板との接点における電界集中に対する効果の説明図である。

図 2 1 は、従来技術に基づくプラズマ処理装置の断面図である。

5 図 2 2 は、従来技術に基づくプラズマ処理装置の天板内部の電界強度分布を示す説明図である。

図 2 3 は、従来技術に基づくプラズマ処理装置のチャンバ内のプラズマ密度分布を示すグラフである。

10 発明を実施するための最良の形態

(実施の形態 1)

(構成)

図 1 を参照して、本発明に基づく実施の形態 1 におけるプラズマ処理装置について説明する。図 1 は、このプラズマ処理装置の要部のみを表示したものである。
15 ほぼ左右対称な部分は右半分を省略して左半分のみを表示している。このプラズマ処理装置では、天板 1 5 の中央部に反射部材 2 3 a が埋めこまれている。反射部材 2 3 a は導電体または高誘電体からなる。天板 1 5 は、アンテナ部 3 に面する側の表面（図中上側の表面）から掘り下げた形状の凹部を有する。反射部材 2 3 a は、この凹部の内部空間をほぼ埋める形状であり、この凹部内に收容された
20 状態で設置されている。反射部材 2 3 a は、天板 1 5 側に固定されていてもよく、アンテナ部 3 側に固定されていてもよい。反射部材 2 3 a は、その側壁を波反射手段として利用するために配置されたものである。

(作用・効果)

このプラズマ処理装置において定在波が発生した場合の天板 1 5 内の電界強度
25 の分布を図 2 に示す。強電界領域 1 8 は、天板 1 5 の半径方向に見て局所的に表れるという点では従来の例（図 2 2 参照）と類似しているが、従来の例と比べて、天板 1 5 の中央部に反射部材 2 3 a が配置されている分、外周寄りに発生している。これは、天板 1 5 の内部を径方向に伝播する高周波が反射部材 2 3 a の側壁によって反射されることによって、高周波が天板 1 5 の中央に集まることが妨げ

られることによると考えられる。

天板 1 5 内の強電界領域 1 8 は、チャンバ内空間のうち強電界領域 1 8 の真下に当たる部分のプラズマに向けてより強く電磁波を与えることができるのでその部分のプラズマ密度を高めることができる。したがって、天板 1 5 内の強電界領域 1 8 の位置が天板 1 5 の外周寄りに移ることによって、チャンバ内空間のうち中央におけるプラズマ密度は低くなり、チャンバ 1 内のプラズマ密度分布は図 3 の曲線 B に示すように従来に比べて均一になる。図 3 では比較のために、従来の反射部材がないプラズマ処理装置におけるチャンバ内のプラズマ密度分布を曲線 A として示している。曲線 A は図 2 3 に示したものの再掲である。

(実施の形態 2)

(構成)

図 4 を参照して、本発明に基づく実施の形態 2 におけるプラズマ処理装置について説明する。このプラズマ処理装置では、実施の形態 1 におけるプラズマ処理装置と同様に、天板 1 5 の中央部に反射部材 2 3 a が埋めこまれている。実施の形態 2 では、この中央部の反射部材 2 3 a に加えて、反射部材 2 3 a を取り巻くように環状に反射部材 2 3 b が配置されている。反射部材 2 3 b も、反射部材 2 3 a と同様、その側壁を波反射手段として利用するために配置されたものである。

(作用・効果)

このプラズマ処理装置において定在波が発生した場合の天板 1 5 内の電界強度の分布を図 5 に示す。この天板 1 5 内には反射部材 2 3 a に加えて環状の反射部材 2 3 b も配置されて、いわば、天板 1 5 が同心状に区分されているような形になっているので、強電界領域 1 8 が生じることのできる位置は、実施の形態 1

(図 2 参照) に比べてさらに限定される。強電界領域 1 8 は、反射部材 2 3 a , 2 3 b によって区分された領域内に発生することとなる。同心状に分かれる天板 1 5 の各領域同士を遮るように反射部材が配置されることによって、天板 1 5 内部を径方向に伝播する高周波が各領域間を行き来することが妨げられる。したがって、天板 1 5 内の各位置における高周波の蓄積エネルギーを独立に制御しやすくなる。このプラズマ処理装置におけるチャンバ 1 内のプラズマ密度分布を、図 3 に曲線 C として示す。図 3 からわかるように、チャンバ 1 内のプラズマ密度分

布は、実施の形態 1 の結果（曲線 B として表示）よりさらに均一になる。

反射部材としては、ここでは、反射部材 2 3 a, 2 3 b の 2 つを示したが、図 6 に示すようにより多くの反射部材によって、天板を多重に同心状に区分することとしてもよい。天板をより多くの領域に区分することによって、天板 1 5 内の各位置における高周波の蓄積エネルギーをさらに細かく制御することが可能となる。

本実施の形態のプラズマ処理装置では、図 4 に示すように、アンテナ板 3 c のスロット穴 2 0 は、天板 1 5 の区分された各領域にそれぞれ対応する位置に配置されている。スロット穴がこのように配置されていることによって、スロット穴から天板内に向けて放射された高周波のうち側方に向かうものは反射部材の側壁で反射されるので、高周波は区分された各領域内に閉じ込められ、各領域内において下方に指向性を示すようになる。区分された各領域ごとに個別のスロット穴から天板内を通じてチャンバ内に向けて高周波を供給することが可能となるので、スロット穴の形状や大きさを適宜変更することでチャンバ内のプラズマ分布を制御することができる。したがって、チャンバ内に均一に高周波を供給する上で好ましい。

実施の形態 1, 2 のプラズマ処理装置では、天板 1 5 の高周波供給手段側、すなわちアンテナ部 3 側に凹部を設け、ここに波反射手段として反射部材を嵌めこんだ構造としたが、反射部材に相当するものは固体である必要はなく、導電体または高誘電体でありさえすれば、気体や液体であってもよい。この場合、凹部の側壁が波反射手段としての機能を果たすこととなる。また、凹部を設けるのは、高周波供給手段側に限らず、図 7 に示すようにチャンバ 1 に面する側であってもよい。図 7 に示す例では、これらの凹部の内部に反射部材 2 3 c, 2 3 d が配置されている。図 8 に示すように両方の側から凹部を設けて適宜組合せたものであってもよい。図 8 に示す例では、反射部材 2 3 a, 2 3 d が配置されている。あるいは波反射手段としての反射部材は、凹部に配置されるものではなく、図 9 に示すように天板を貫通するものであってもよい。図 9 に示す例では、反射部材 2 3 e, 2 3 f が配置されている。あるいは、図 1 0 に示すように反射部材が天板 1 5 の内部に完全に包み込まれた構造であってもよい。図 1 0 に示す例では、反

射部材 2 3 g, 2 3 h が配置されている。

ただし、反射部材が金属である場合には、図 7 ～ 図 9 に示す構造のようにチャンバ 1 内空間に反射部材が露出していると、チャンバ 1 内を汚染する原因となるので、図 1、図 4、図 6、図 10 に示す構造のように、チャンバ 1 側から見たとき

5 5

きに反射部材が隠れていることが必要である。

なお、図 1、図 4、図 6 ～ 図 10 に示したような反射部材の配置パターンの中には、天板の表面に凹部や貫通穴を設けてその凹部や貫通穴の内部に反射部材を配置するものもあるが、本明細書では、これらも含めていずれも「天板の内部に」配置されているとみなすものとする。

10 10

また、図 4、図 6 ～ 図 10 に示した構造において、反射部材を天板 1 5 内に配置する際には、図 11 に示す反射部材 2 3 r のように天板 1 5 に設けられた凹部や貫通穴を完全に満たすように配置してもよいが、図 12 に示す反射部材 2 3 s のように凹部や貫通穴を完全には満たさずに天板 1 5 の材料との間に間隙 2 4 を残した配置であってもよい。また、反射部材は中実のものに限らず、凹部や貫通

15 15

穴の側壁に接する部分の面さえあれば、中空のものであってもよい。

図 7 ～ 図 10 に示したような反射部材の配置パターンにおいても、反射部材の数を増やして天板 1 5 を多重に同心状に区分するようにすれば、天板 1 5 内の各位置における高周波の蓄積エネルギーをさらに細かく制御することが可能となる。また、図 4、図 6 ～ 図 10 ではいずれも反射部材によって天板を同心状に区分し

20 20

ているが、反射部材の配置パターンを変更して、天板の区分の仕方を同心状以外としてもよい。

(実施の形態 3)

(構成)

図 13 を参照して、本発明に基づく実施の形態 3 におけるプラズマ処理装置について説明する。このプラズマ処理装置では、天板 1 5 のチャンバ 1 側の表面に凹部 2 5 a, 2 5 b が設けられている。凹部 2 5 a, 2 5 b は、チャンバ 1 内の空間に向けて開放されている。

25 25

(作用・効果)

このプラズマ処理装置では、チャンバ 1 内にプラズマ 1 3 が発生すると、プラ

ズマ 1 3 は、凹部 2 5 a, 2 5 b の内部にまで入りこんでくる。プラズマ 1 3 が十分高密度な状態で凹部 2 5 a, 2 5 b の内部に存在することにより、天板 1 5 内部を水平方向に伝播してきた高周波は天板内から凹部 2 5 a, 2 5 b 内のプラズマの内部に進入しようとする際に反射することとなる。すなわち、凹部内に入りこんだプラズマを波反射手段として利用する構造となる。

上記各実施の形態において、互いに隣接する波反射手段同士に挟まれた部分の長さ、すなわち、図 1 4 における長さ A, B が、いずれも高周波が天板材質中を伝播するときの波長の $1/2$ 倍以上であることが好ましい。このようになっていれば、波反射手段同士に挟まれた部分に強い定在波を生じさせることができるので、チャンバ 1 内のプラズマ近傍に強い電界を生じることができるので、プラズマに向けてより効率的に電力を供給することができる。

上記各実施の形態において、図 1 4 における長さ C、すなわち、凹部における天板の厚みが高周波が天板材質中を伝播するときの波長の $1/2$ 倍以下であることが好ましい。このようになっていれば、凹部が存在することによって天板が薄くなっている部分において定在波が生じることを防止できる。したがって、凹部によって隔てられた隣接する領域同士の間での定在波の発生状況を別個独立に制御することが可能となる。さらに、凹部における天板の厚みが高周波が天板材質中を伝播するときの波長の $1/4$ 倍以下であることが好ましい。このようになっていれば、凹部が存在することによって天板が薄くなっている部分において定在波が生じることをより確実に防止できる。

(実施の形態 4)

(構成)

図 1 5 を参照して、本発明に基づく実施の形態 4 におけるプラズマ処理装置について説明する。このプラズマ処理装置においては、天板 1 5 の下側表面に凹部 2 6 が同心状に配置されている。アンテナ板 3 c にはスロット穴 2 0 が設けられているが、凹部 2 6 とスロット穴 2 0 とがそれぞれ上下方向に対応する位置に配置されている。

実施の形態 2 におけるプラズマ処理装置 (図 4 参照) では、天板 1 5 の厚い部分に対応するようにスロット穴 2 0 が配置されていたが、実施の形態 4 における

プラズマ処理装置では、天板 15 の薄い部分に対応するようにスロット穴 20 が配置されているといえる。

(作用・効果)

このプラズマ処理装置では、スロット穴 20 から下向きに放出された高周波は、
5 天板 15 の薄い部分に供給されるので、天板 15 内に定在波を生じにくくなる。
供給された高周波は定在波と化すよりむしろそのまま天板 15 を通過して、凹部
26 を経てチャンバ 1 内空間に向かって放射される。凹部 26 内はプラズマが入
ってくるができる空間となるのでスロット穴 20 からプラズマまでの距離は
短くなり、プラズマに対する電力供給効率は上がる。また、天板 15 には薄い部
10 分と同時に厚い部分もあるので、天板 15 の機械的強度は十分確保される。

一方、凹部 26 として天板 15 の薄くなっている部分では天板 15 の下面から
被処理物までの距離が長くなるため、プラズマ発生面が被処理物から遠ざかり、
被処理物に対するプラズマ処理効率は若干低下するが、凹部 26 内においては高
周波の側方に向かう成分は凹部 26 の側壁によって反射されて下方に向かうため、
15 高周波の下方への指向性は高まる。

このプラズマ処理装置では、天板内に定在波が発生するのを防ぐことができ、
スロット穴および凹部の配置によってチャンバ内のプラズマへの高周波の供給具
合の分布を設定することができるので、チャンバ内に所望のプラズマ分布を実現
することができる。

20 なお、実施の形態 2 と実施の形態 4 とを融合した考え方として、天板 15 の厚
い部分と薄い部分の双方にそれぞれ対応してアンテナ板 3c にスロット穴 20 を
配置してもよい。そのようにした場合においても、各スロット穴の形状や大きさを
適宜変更することによって、天板内の電磁気的状態を所望の状態にすることが
できるからである。

25 (実施の形態 5)

(構成)

図 16 を参照して、本発明に基づく実施の形態 5 におけるプラズマ処理装置に
ついて説明する。このプラズマ処理装置においては、天板 15 は、上天板 15s
と下天板 15t との 2 枚からなる。下天板 15t の上側表面に凹部 27 が同心状

に配置されている。アンテナ板 3 c にはスロット穴 2 0 が設けられているが、凹部 2 7 とスロット穴 2 0 とがそれぞれ上下方向に対応する位置に配置されている。下天板 1 5 t の上側には、凹部 2 7 を塞ぐように接する上天板 1 5 s が配置されている。上天板 1 5 s と下天板 1 5 t とは、同じ材質からなる。

5 (作用・効果)

このプラズマ処理装置では、スロット穴 2 0 の真下は薄い上天板 1 5 s を介して凹部 2 7 となっているので、スロット穴 2 0 から下向きに放射された高周波は上天板 1 5 s を通過して凹部 2 7 を経て、下天板 1 5 t を通過してチャンバ 1 内空間へと向かう。上天板 1 5 s も下天板 1 5 t も薄いので、高周波は天板 1 5 の内部で定在波になりにくい。また、天板 1 5 には薄い部分と同時に厚い部分もあるので、天板 1 5 の機械的強度は十分確保される。さらに、高周波は凹部 2 7 を通過する際に側方へ向かう成分が凹部 2 7 の側壁で反射されるために下方に向かう指向性がより強まる。凹部 2 7 は下天板 1 5 t のチャンバ 1 側の面ではなく上側の面にあるので、プラズマ発生面を被処理物から遠ざけることなく、指向性を高めることができる。その結果、被処理物の近傍でのプラズマやラジカル

10 の密度を改善することができる。

15 (実施の形態 6)

(構成)

図 1 7 を参照して、本発明に基づく実施の形態 6 におけるプラズマ処理装置について説明する。このプラズマ処理装置は、基本的には図 1 5 を参照して実施の形態 4 で説明したものと似ており、天板 1 5 の下側表面に凹部が同心状に配置されている。しかし、凹部の深さが異なる。図 1 7 には、天板 1 5 の近傍のみを拡大して示す。このプラズマ処理装置は、天板 1 5 の下面は平坦であるが、配置されている凹部の深さがそれぞれ異なる結果、凹部の底面の高さがそれぞれ異なっている。他の構成は、実施の形態 4 で説明したものと同様である。

20

25

(作用・効果)

本実施の形態においても、実施の形態 4 と同様の効果を得ることができる。すなわち、天板内に定在波が発生するのを防ぐことができ、プラズマに対する電力供給効率を上げることができる。

さらに変形例として、図 18 に示すように、凹部の底面の高さが同じであって天板 15 の下面の高さが変化するような構造であってもよい。さらに、変形例として、図 19 に示すように、凹部の底面の高さも天板 15 の下面の高さとともに変化するような構造であってもよい。図 19 の例では、天板 15 の下面の高さの
5 変化にもかかわらず凹部の深さ自体はほぼ一定となっているが、凹部の深さがほぼ一定である場合に限られない。

スロット穴や凹部の配置を調整することに加えて、このように凹部の底面の高さや天板 15 の下面の高さをも調整することによって、天板内の電磁気的狀態を所望の狀態にすることができる。

10 なお、実施の形態 4 ～ 6 で示した以外の形状であっても、スロット穴の真下に当たる位置で天板が薄くなるような構造にすることで、天板内での定在波の発生を防止し、高周波の下方への指向性を上げることができる。したがって、チャンバ内に所望のプラズマ分布を実現することができる。

15 なお、一般に、天板 15 を受けるチャンバ 1 側の部材である天板受け部 10 と、天板 15 との接点 19 (図 20 参照) 近傍では、電界が集中し、天板受け部 10 の材料がプラズマによってスパッタされてコンタミネーションやパーティクルの原因となる場合がある。しかし、本発明によって天板 15 内に波反射手段を設けることとすれば、この問題を防止することができる。図 20 に示す例では、波反射手段として側壁 31 が設けられており、マイクロ波の一部は、矢印 30 に示す
20 ように反射するため、接点 19 での電界集中の度合いを低減することができ、天板受け部 10 がスパッタされる事態を防止することができる。これは、上記各実施の形態に例示した波反射手段によってもそれぞれ得られる効果である。

25 なお、上記各実施の形態に挙げた例では、天板内に設けた反射面はいずれも鉛直方向に沿った面(天板の主表面に垂直な面)としたが、反射面はそのような向きのものに限られない。たとえば、天板の主表面に対して傾斜した向きの面のものであってもよい。

なお、本明細書では、「高周波」という表現を用いているが、高周波にはマイクロ波も含まれるものとする。

本発明によれば、天板内部での高周波の不所望な伝播を妨げることができ、天

板内の電磁気的状態を好ましい状態にすることができる。特に径方向の高周波の伝播を妨げることができ、中心部と外縁部との間で生じる天板内の電界強度の偏在を是正することができる。その結果、チャンバ内のプラズマ密度分布をより均一にすることができる。

- 5 なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

10 産業上の利用可能性

本発明は、半導体装置の製造現場などにおいて、工作物にプラズマ処理を行なうために用いられるプラズマ処理装置に利用することができる。

請求の範囲

1. プラズマ処理を内部で行なうためのチャンバ（１）と、
前記チャンバ（１）の上側を塞ぐ誘電体からなる天板（１５）と、
5 前記天板（１５）を介して高周波を前記チャンバ（１）内に供給する高周波供給手段とを備え、
前記天板（１５）は、前記天板（１５）の内部を伝播する高周波を反射するための波反射手段を内部に備える、プラズマ処理装置。
2. 前記波反射手段は、前記天板の径方向に伝播する高周波を反射するためのもの
10 である、請求項１に記載のプラズマ処理装置。
3. 前記波反射手段は、前記天板（１５）の略中央に配置されている、請求項１に記載のプラズマ処理装置。
4. 前記波反射手段は前記天板（１５）を区分する、請求項１に記載のプラズマ処理装置。
- 15 5. 前記天板（１５）と前記高周波供給手段との間にスロット穴（２０）を有するアンテナ板（３ｃ）を備え、前記天板（１５）の前記波反射手段によって区分された各領域内に前記スロット穴（２０）が位置する、請求項４に記載のプラズマ処理装置。
6. 前記天板（１５）は表裏のうち少なくとも一方の表面から窪んだ凹部（２５
20 a, ２５b, ２６, ２７）を有し、前記波反射手段は、前記凹部の側壁部である、請求項１に記載のプラズマ処理装置。
7. 前記凹部（２５b, ２６, ２７）は、リング状である、請求項６に記載のプラズマ処理装置。
8. 前記凹部は、前記天板の前記高周波供給手段に面する側の面にある、請求項
25 ６に記載のプラズマ処理装置。
9. 前記凹部は、前記天板の前記チャンバに面する側の面にある、請求項６に記載のプラズマ処理装置。
10. 前記波反射手段は、前記凹部（２５a, ２５b）に入りこんだプラズマである、請求項９に記載のプラズマ処理装置。

1 1. 前記天板（15）と異なる材料からなる反射部材が天板の内部に配置され、前記反射部材の側壁が前記波反射手段である、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

5 1 2. 前記天板（15）のうち隣接する前記波反射手段同士に挟まれる部分の長さが前記高周波が前記天板の材質中を伝播するときの波長の $1/2$ 倍以上である、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

1 3. 前記凹部の部分における前記天板（15）の厚みが前記高周波が前記天板（15）の材質中を伝播するときの波長の $1/2$ 倍以下である、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

10 1 4. 前記凹部の部分における前記天板（15）の厚みが前記高周波が前記天板（15）の材質中を伝播するときの波長の $1/4$ 倍以下である、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

1 5. プラズマ処理を内部で行なうためのチャンバ（1）と、
前記チャンバの上側を塞ぐ誘電体からなる天板（15）と、

15 前記天板（15）を介して高周波を前記チャンバ（1）内に供給する高周波供給手段と、

前記天板（15）と前記高周波供給手段との間にスロット穴（20）を有するアンテナ板（3c）とを備え、

20 前記天板（15）は、厚い部分と薄い部分とを備え、前記スロット穴（20）は前記薄い部分に対応する位置に配置されている、プラズマ処理装置。

FIG.1

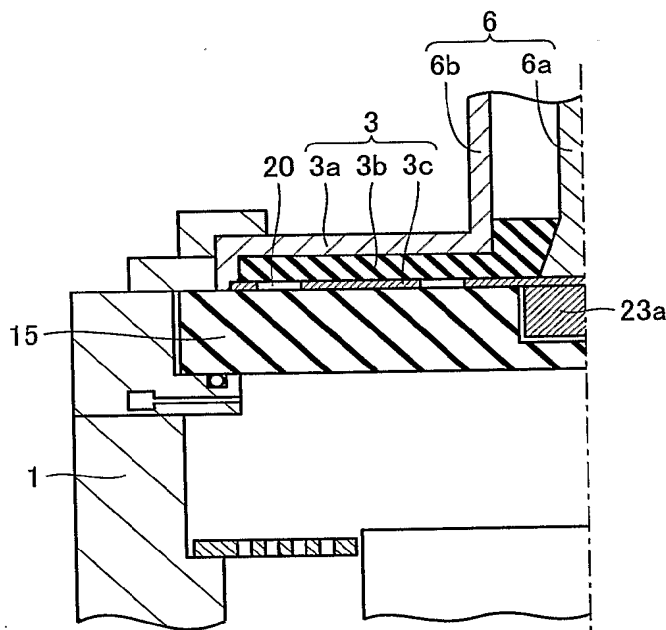


FIG.2

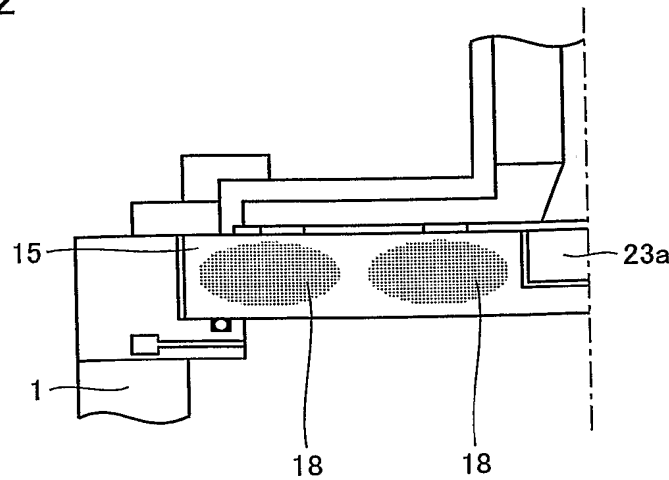


FIG.3

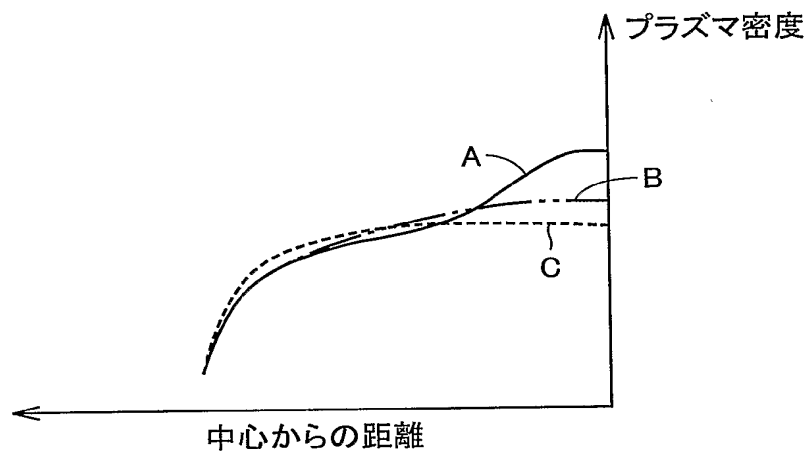


FIG.4

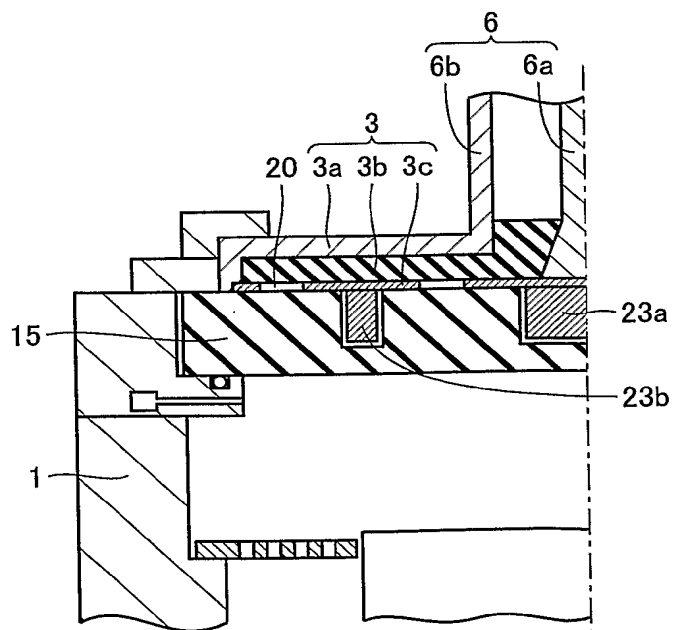


FIG.5

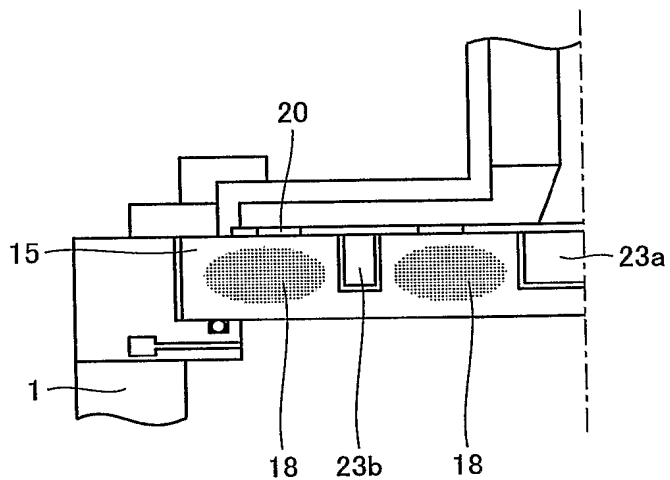


FIG.6

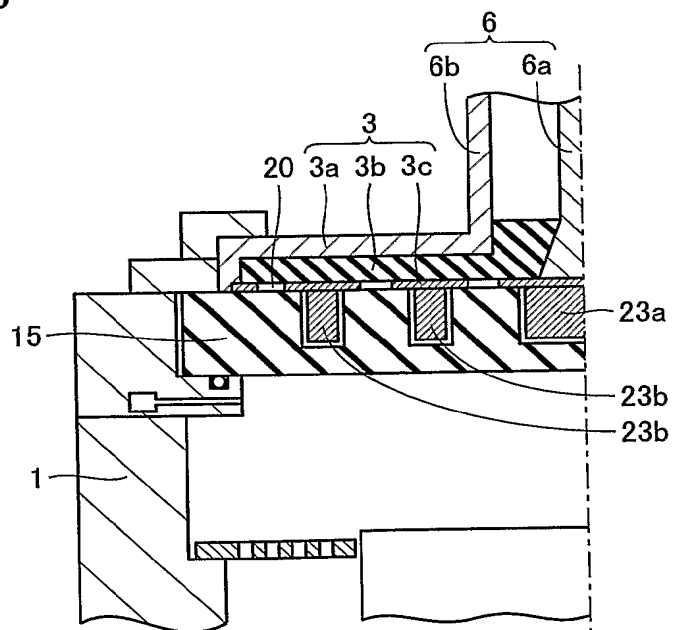


FIG.7

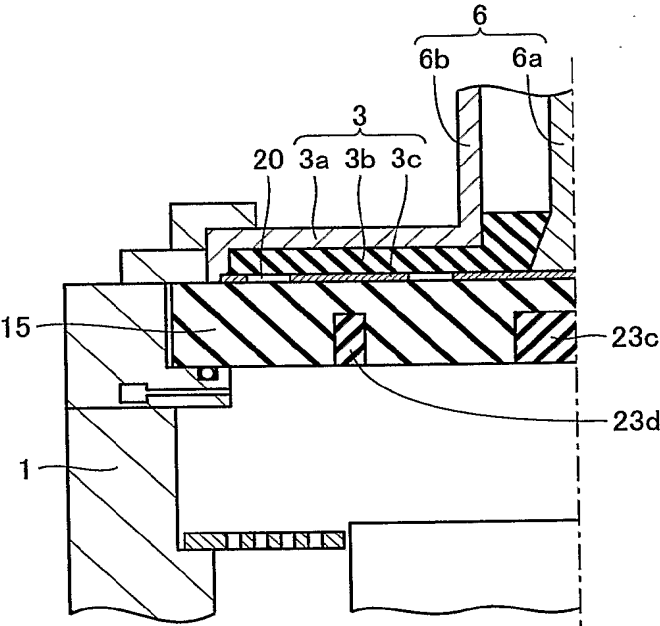


FIG.8

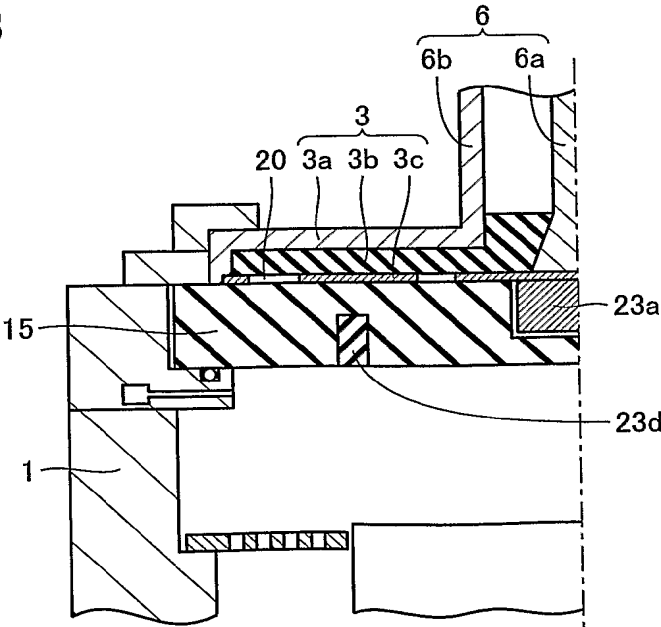


FIG.9

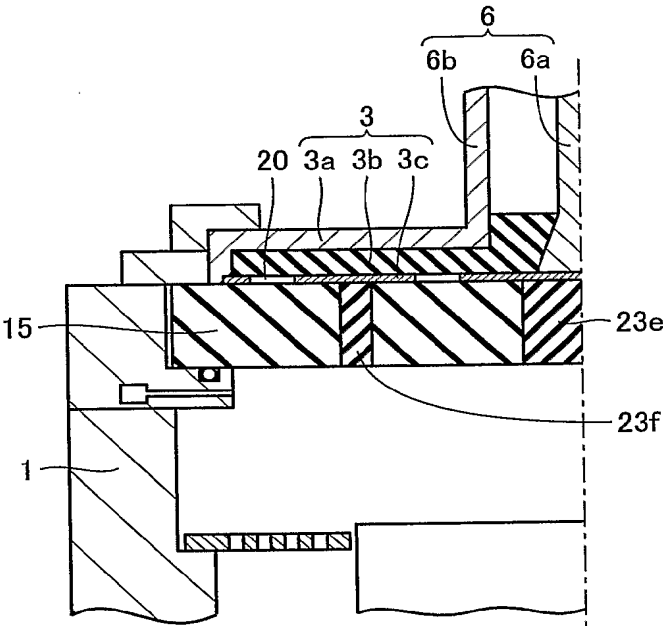


FIG.10

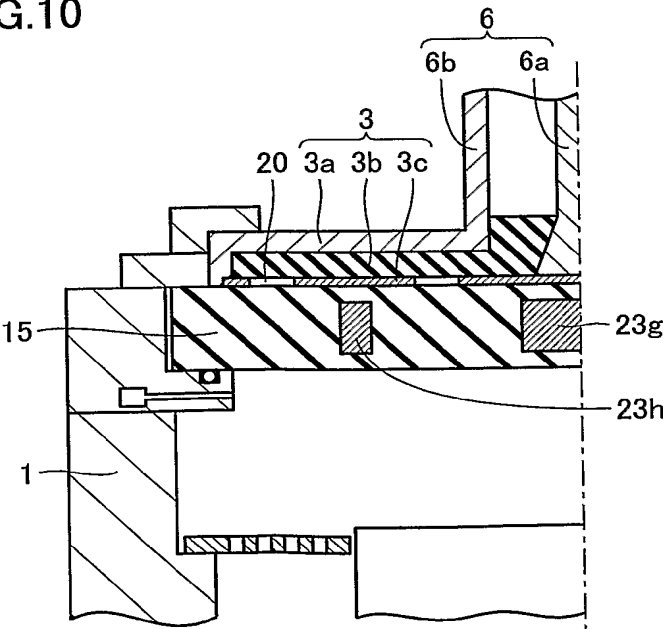


FIG.11

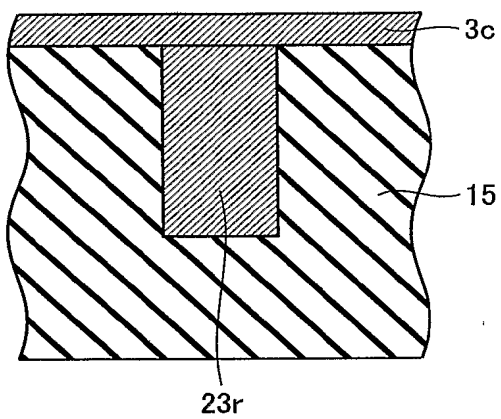


FIG.12

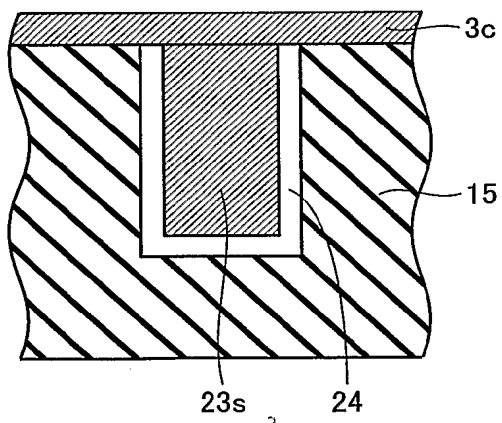


FIG.13

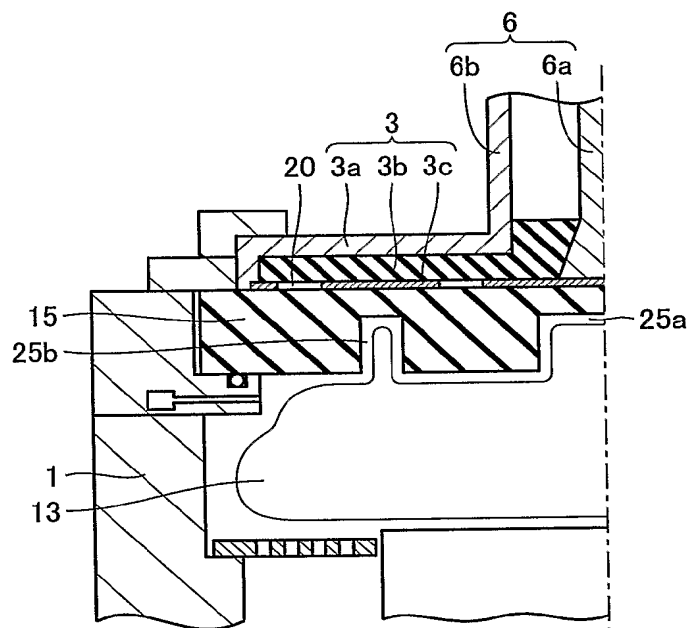


FIG.14

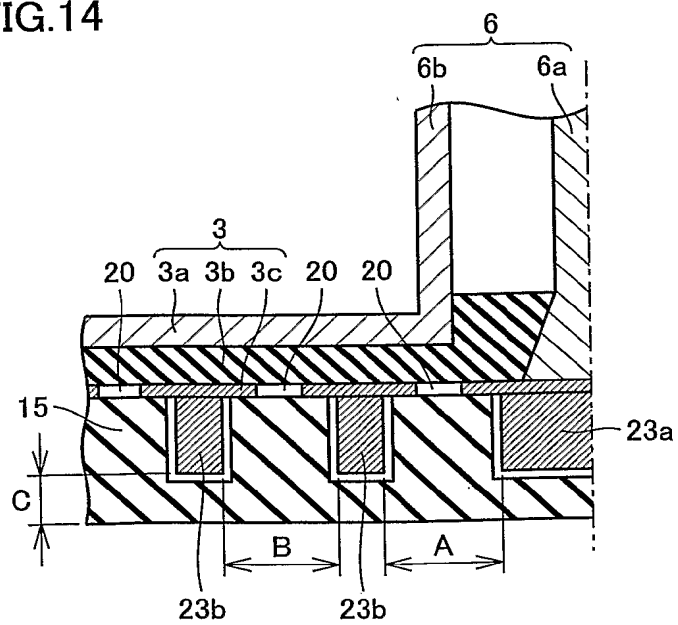


FIG.15

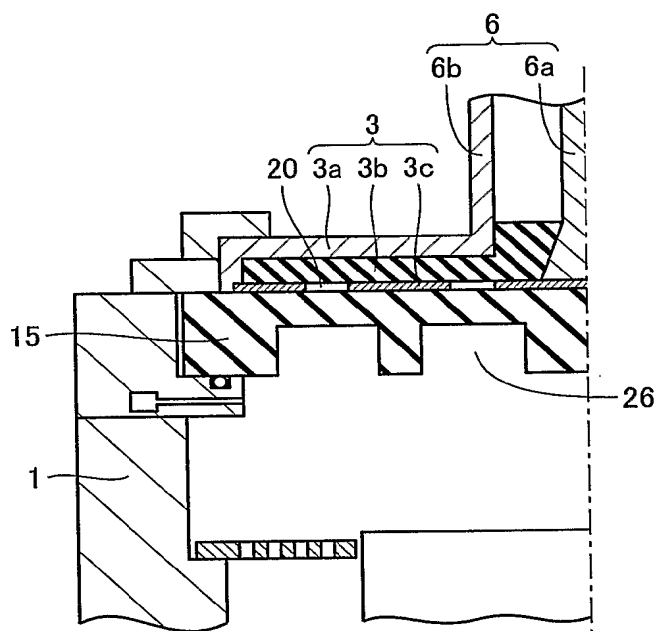


FIG.16

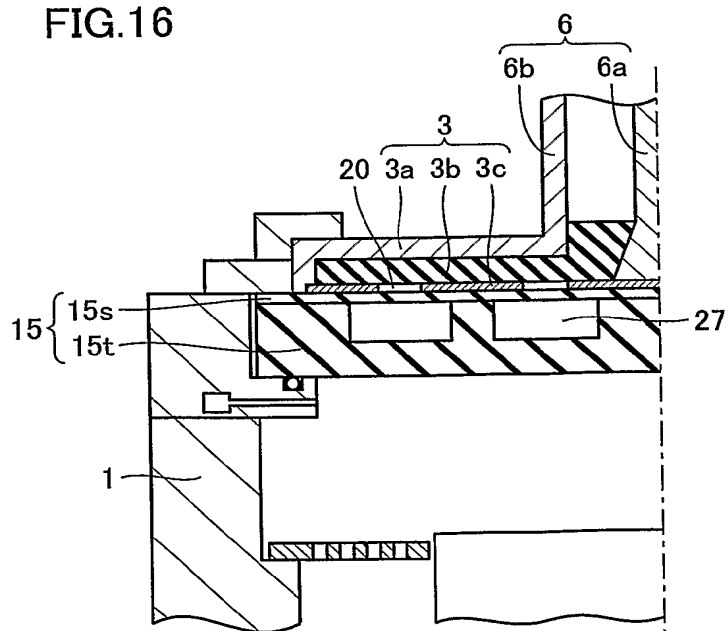


FIG.17

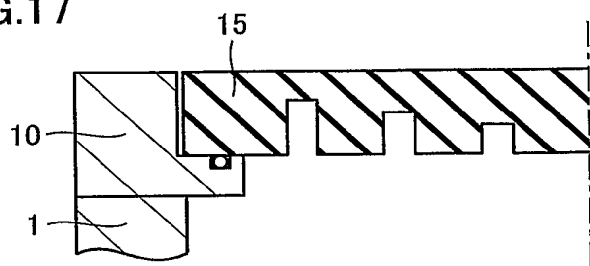


FIG.18

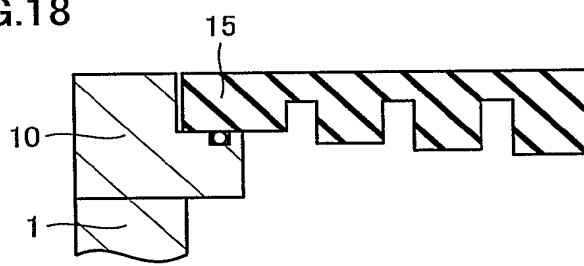


FIG.19

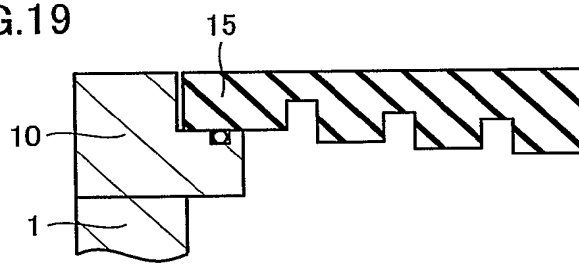
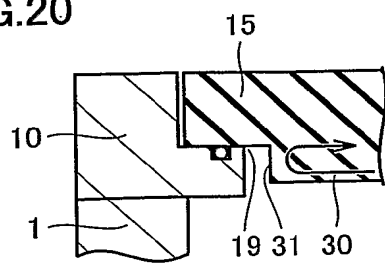


FIG.20



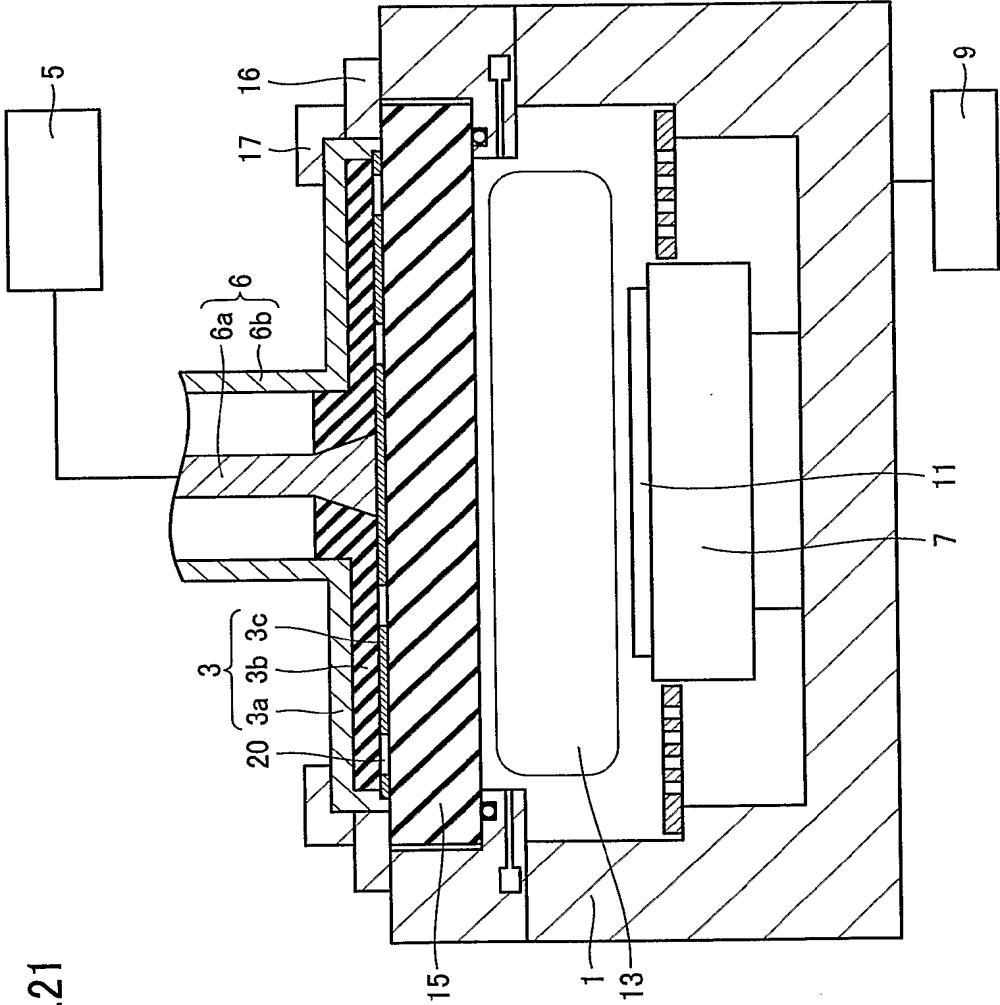


FIG.21

FIG.22

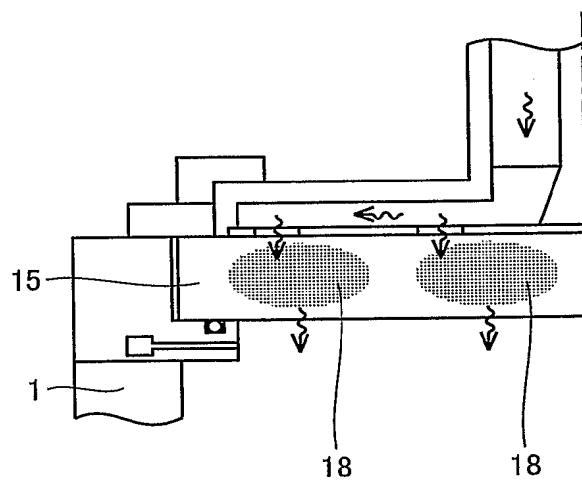
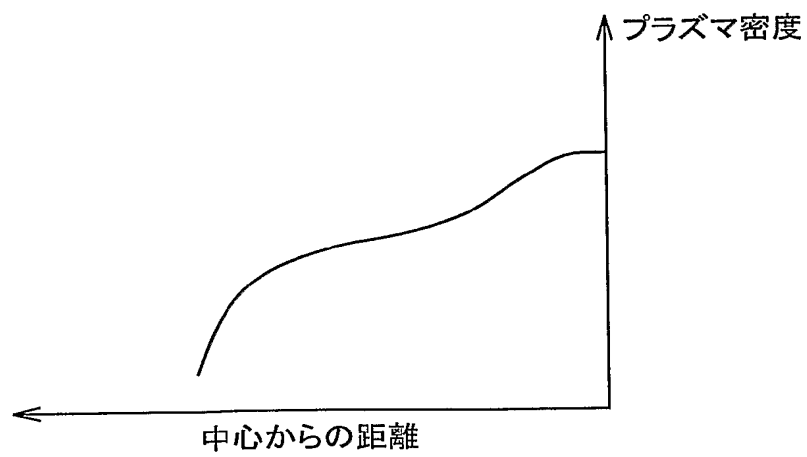


FIG.23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/06901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H05H1/46, H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/205, C23C14/22, C23C16/511,
B01J19/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 2003-168681 A (Kabushiki Kaisha Arubakku), 13 June, 2003 (13.06.03), Par. Nos. [0022] to [0048]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-3, 6, 8-10
P, X	JP 2003-151797 A (Sharp Corp.), 23 May, 2003 (23.05.03), Par. Nos. [0067] to [0071]; Fig. 5 (Family: none)	1, 2, 4
P, X	JP 2003-82467 A (Canon Inc.), 19 March, 2003 (19.03.03), Par. Nos. [0014], [0017] to [0019]; Figs. 1, 3 (Family: none)	1, 2, 6, 7, 9, 13-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 September, 2003 (02.09.03)

Date of mailing of the international search report
16 September, 2003 (16.09.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/06901

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-243707 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 September, 2000 (08.09.00), Par. Nos. [0036] to [0048]; Figs. 8 to 12, 15, 16 (Family: none)	1,2,6,7,9,10 8,12-15
X	JP 9-232099 A (Hitachi, Ltd.), 05 September, 1997 (05.09.97), Par. Nos. [0006] to [0014]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1,2,6,7,9
X Y	JP 2000-30897 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 28 January, 2000 (28.01.00), Par. Nos. [0017] to [0031]; Figs. 1 to 2 & TW 469534 B	1,2,6,7,9 13,14
P,X	JP 2003-59919 A (Kabushiki Kaisha Arubakku), 28 February, 2003 (28.02.03), Par. Nos. [0010], [0014] to [0033]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1,2,6,7,9, 13,14
X	JP 2001-223171 A (Tokyo Electron Ltd.), 17 August, 2001 (17.08.01), Par. Nos. [0026] to [0029]; Figs. 9 to 12 & US 2001-36465 A1	1,2,4,5,11, 12
X Y	JP 2002-16052 A (Tokyo Electron Ltd.), 18 January, 2002 (18.01.02), Par. Nos. [0032] to [0050]; Figs. 1 to 2 & US 2001-35130 A1	1-5,11 12,15
X	JP 10-214823 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 11 August, 1998 (11.08.98), Par. No. [0032]; Fig. 5 (Family: none)	1,2,8
Y	JP 2001-274149 A (Tokyo Electron Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Par. Nos. [0058] to [0061] (Family: none)	13,14
A	JP 2000-357683 A (Hitachi, Ltd.), 26 December, 2000 (26.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17H05H1/46, H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/205, C23C14/22, C23C16/511, B01J19/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, X	JP 2003-168681 A(株式会社アルバック) 2003.06.13 段落0022-0048, 図1-6 (ファミリーなし)	1-3, 6, 8-10
P, X	JP 2003-151797 A(シャープ株式会社) 2003.05.23 段落0067-0071, 図5 (ファミリーなし)	1, 2, 4
P, X	JP 2003-82467 A(キャノン株式会社) 2003.03.19 段落0014, 0017-0019, 図1, 3 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 9, 13-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.09.03

国際調査報告の発送日

16.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 敦司



2M

9216

電話番号 03-3581-1101 内線 6234

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-243707 A(松下電器産業株式会社) 2000.09.08 段落0036-0048, 図8-12, 15, 16	1, 2, 6, 7, 9, 10
Y	(ファミリーなし)	8, 12-15
X	JP 9-232099 A(株式会社日立製作所) 1997.09.05 段落0006-0014, 図1-5 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 9
X	JP 2000-30897 A(住友金属工業株式会社) 2000.01.28 段落0017-0031, 図1-2	1, 2, 6, 7, 9
Y	&TW 469534 B	13, 14
P, X	JP 2003-59919 A(株式会社アルバック) 2003.02.28 段落0010, 0014-0033, 図1-6 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 9, 13, 14
X	JP 2001-223171 A(東京エレクトロン株式会社) 2001.08.17 段落0026-0029, 図9-12 &US 2001-36465 A1	1, 2, 4, 5, 11, 12
X	JP 2002-16052 A(東京エレクトロン株式会社) 2002.01.18 段落0032-0050, 図1-2	1-5, 11
Y	&US 2001-35130 A1	12, 15
X	JP 10-214823 A(住友金属工業株式会社) 1998.08.11 段落0032, 図5 (ファミリーなし)	1, 2, 8
Y	JP 2001-274149 A(東京エレクトロン株式会社) 2001.10.05 段落0058-0061 (ファミリーなし)	13, 14
A	JP 2000-357683 A(株式会社日立製作所) 2000.12.26 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15